



ELECTRONIC THESIS AND DISSERTATION UNSYIAH

TITLE

PENGEMBANGAN MAKRO-ENKAPSULASI MATERIAL BERUBAH FASA SEBAGAI PENYIMPAN ENERGI PANAS PADA KOMPOSIT DINDING BANGUNAN

ABSTRACT

Konsumsi energi sektor bangunan dunia mencapai 30% dari konsumsi energi secara keseluruhan dan menyumbang sepertiga emisi gas rumah kaca di seluruh dunia. Beberapa tahun terakhir permintaan energi untuk bangunan meningkat sangat pesat seiring dengan pertumbuhan penduduk, peningkatan layanan dan tingkat kenyamanan termal dalam bangunan. Pada tahun 2030 diperkirakan penggunaan bahan bakar fosil mencapai 75-80% dari energi primer dunia. Dengan demikian, peningkatan permintaan energi, kekurangan bahan bakar fosil dan masalah lingkungan telah mendorong untuk dilakukan peningkatan efisiensi energi pada sektor bangunan.

Penyimpanan energi termal adalah teknik sederhana dan efektif untuk diaplikasikan pada bangunan untuk meningkatkan efisiensi energi bangunan, dan diharapkan mampu mengurangi dampak lingkungan yang terkait dengan penggunaan energi. Penyimpanan panas laten dengan memanfaatkan material berubah fasa (phase change material, PCM) adalah teknik yang paling menjanjikan karena kelebihanannya pada penyimpanan energi yang tinggi dan perubahan temperatur yang kecil. Kombinasi bahan bangunan dan PCM adalah cara yang efisien untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan energi termal komponen bangunan untuk tujuan penyimpanan energi termal langsung di gedung-gedung.

PCM kelompok organik saat ini banyak menjadi pilihan karena umumnya memiliki sifat kimiawi yang stabil, tidak-korosif, tidak beracun dan memiliki panas laten peleburan yang tinggi. Namun, untuk pemanfaatan PCM pada bangunan, harus digunakan material yang memiliki temperatur lebur pada zona kenyamanan termal manusia.

Penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan makro-enkapsulasi material berubah fasa sebagai material penyimpan energi pada komposit dinding bangunan.

Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap utama, pada tahap pertama dilaksanakan pemilihan dan persiapan material PCM dan pengujian sifat-sifat termofisiknya, tahap kedua pengembangan makro-enkapsulasi, persiapan beton yang mengandung PCM, dan pengujian kuat tekan beton-PCM. Tahap terakhir adalah kajian pengaruh PCM dalam dinding bangunan terhadap penggunaan energi bangunan dan analisis ekonomi kelayakan penggunaan PCM pada dinding bangunan.

Pada penelitian ini dipilih lilin lebah (beeswax), lemak sapi dan getah damar sebagai PCM. Pengujian sifat-sifat termal PCM dilakukan menggunakan peralatan Differential Scanning Calorimetry (DSC) dan T-History Method. Kehandalan komposit diuji melalui pengujian sifat mekanik berupa uji kuat tekan dan pada tahap ini juga dilakukan persiapan perangkat dan pengujian kemampuan komposit dalam menyimpan energi panas. Tahap ketiga dilakukan pengembangan pemodelan numerik untuk simulasi penyimpanan energi panas pada komposit yang dilengkapi dengan makro-enkapsulasi PCM. Simulasi dilakukan dengan bantuan perangkat lunak EnergyPlus.

Pengujian sifat-sifat termal memberikan hasil bahwa lilin lebah, lemak sapi dan getah damar dapat digunakan sebagai material penyimpan energi untuk digunakan pada komposit dinding bangunan.

Hasil pengujian sifat mekanik beton-PCM diperoleh bahwa dengan penambahan PCM dalam campuran beton mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan beton. Hal ini karena PCM yang digunakan bukanlah material yang memiliki efek meningkatkan kekuatan beton. Hasil pengujian beton-PCM dalam menyerap energi panas diperoleh bahwa beton-PCM dapat mengurangi temperatur ruangan uji karena adanya proses penyerapan panas oleh PCM.

Hasil analisa numerik diperoleh bahwa komposit dinding yang mengandung PCM mampu menurunkan beban pendingin bangunan. Dari analisis diperoleh konduktivitas termal PCM ($k=0.2 \text{ W/mK}$) dan ketebalan komposit PCM ($x=0.02 \text{ m}$) adalah kondisi optimal yang menghasilkan beban pendingin minimum. Hasil analisis ekonomi diperoleh bahwa komposit PCM layak untuk digunakan pada bangunan untuk iklim Kota Banda Aceh.